

## Tamanho de parcela para avaliar a massa de plantas de mucuna cinza

Alberto Cargnelutti Filho\*, Marcos Toebe, Bruna Mendonça Alves,  
Cláudia Burin, Ismael Mario Márcio Neu, Giovani Facco

Campus Camobi, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil  
\*Autor correspondente, e-mail: alberto.cargnelutti.filho@gmail.com

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea, a massa de restos culturais de parte aérea e a massa total de parte aérea de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*), em cenários formados por combinações de números de tratamentos, de números de repetições e de níveis de precisão. Foi realizado um ensaio de uniformidade com 256 unidades experimentais básicas (UEB) de 1,00 m × 1,00 m. Foi determinado o índice de heterogeneidade do solo de Smith (1938) e determinado o tamanho ótimo de parcela por meio do método de Hatheway (1961). Para mesma precisão, o tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa de restos culturais de parte aérea, a massa verde de parte aérea e a massa total de parte aérea, decresce, nessa ordem. Em experimentos no delineamento blocos ao acaso, com 5 a 15 tratamentos e com 4 repetições, parcelas de 8 UEB (8,00 m<sup>2</sup>) são suficientes para identificar diferenças significativas entre tratamentos, a 5% de probabilidade, de 28%, 24% e 18% da média geral do experimento, respectivamente, para a massa de restos culturais de parte aérea, a massa verde de parte aérea e a massa total de parte aérea.

**Palavras-chave:** culturas, qualidade, solo, *Stizolobium cinereum*

### Plot size to evaluate the mass of plants of velvet bean

### Abstract

The objective of this research was to determine the optimum plot size to evaluate the fresh mass of shoots, mass of crop residues of shoots and the total mass of shoots of velvet bean (*Stizolobium cinereum*), in scenarios formed by combinations of numbers of treatments, number of repetitions and levels of precision. It was carried out an uniformity assay with 256 basic experimental units of 1.00 m × 1.00 m. It was determined the soil heterogeneity index of Smith (1938) and the optimum plot size by the method of Hatheway (1961). At the same level of precision, the optimum plot size to evaluate mass of crop residues, fresh mass and the total mass of shoots decreases in this order. In experiments on randomized complete block design, with 5 to 15 treatments and 4 repetitions, plots of 8 UEB (8.00 m<sup>2</sup>) are sufficient to identify significant differences between treatments, at 5% probability, of 28%, 24% and 18% of the overall average, respectively, to mass of crop residues, fresh mass and the total mass of shoots.

**Keywords:** culture, quality, soil, *Stizolobium cinereum*

**Recebido:** 13 Dezembro 2012  
**Aceito:** 07 Agosto 2013

## Introdução

A cultura de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*) tem sido utilizada com a finalidade de cobertura e proteção de solo. Nesse sentido, Teodoro et al. (2011) verificaram que a utilização de mucuna cinza permitiu a cobertura de 63 e 100% do solo, respectivamente, aos 40 e 60 dias após a semeadura, com alta produção de matéria seca. Além disso, Albuquerque et al. (2005) constataram que a mucuna cinza foi a leguminosa que proporcionou o maior acúmulo de carbono orgânico, quando cultivada em consórcio com a cultura de milho, em sistema de preparo reduzido do solo. Em estudo conduzido por Ravindran (1988), verificou-se que a maior produção de massa seca total de parte aérea de mucuna cinza ocorreu aos 150 dias após a semeadura ( $5.282,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ), correspondendo a 20,4% da massa verde total de parte aérea ( $25.892,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Já Missio et al. (2004) obtiveram uma produção de massa verde de parte aérea de  $20.653,0 \text{ kg ha}^{-1}$ .

É importante que as inferências realizadas em experimentos, conduzidos em campo, com a cultura de mucuna cinza, sejam fidedignas. Para isso, é fundamental, dimensionar adequadamente o tamanho de parcela e o número de repetições. É possível, em ensaios sem tratamentos, denominados ensaios de uniformidade ou experimentos em branco (Ramalho et al., 2005; Storck et al., 2006), dividir a área experimental em unidades experimentais básicas (UEB) de menor tamanho possível para as avaliações. Com os dados coletados nessas UEB é possível estimar o coeficiente de variação (CV) entre as UEB e o índice de heterogeneidade do solo (b) de Smith (1938). Essas estimativas de CV e b podem ser utilizadas na expressão de Hatheway (1961), para calcular o tamanho ótimo de parcela de acordo com o delineamento experimental, o número de tratamentos, o número de repetições e a precisão desejada. Uma vez estabelecidos o delineamento experimental, o número de tratamentos a serem avaliados e a precisão desejada, o pesquisador pode escolher a melhor combinação de tamanho de parcela e de número de repetições adequada à área experimental disponível.

Diferentes tamanhos de parcela entre caracteres de mandioca (Viana et al., 2003), de mamoeiro (Lima et al., 2007), de trigo (Lorentz et al., 2007), de bananeira (Donato et al., 2008), de alface (Lúcio et al., 2011), de milho (Cargnelutti Filho et al., 2011) e de cafeeiro (Firmino et al., 2012) têm sido verificados. No entanto, não foram encontrados na literatura, estudos sobre planejamentos experimentais para caracteres de mucuna cinza.

O objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de parte aérea, a massa de restos culturais de parte aérea e a massa total de parte aérea de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*), em cenários formados por combinações de números de tratamentos, de números de repetições e de níveis de precisão.

## Material e Métodos

Foi conduzido um ensaio de uniformidade (experimento em branco), de tamanho  $17 \text{ m} \times 17 \text{ m}$  ( $289 \text{ m}^2$ ), com a cultura de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*) na área experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, a  $29^{\circ}42'S$ ,  $53^{\circ}49'W$  e a 95m de altitude. O espaçamento foi de 0,5 m entre fileiras e 0,125 m entre plantas na fileira, totalizando 16 plantas  $\text{m}^{-2}$ . A semeadura foi realizada no dia 13/11/2010 com adubação de base de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ .

No ensaio de uniformidade, a área central de tamanho  $16 \text{ m} \times 16 \text{ m}$  ( $256 \text{ m}^2$ ) foi dividida em 256 unidades experimentais básicas (UEB) de  $1,00 \text{ m} \times 1,00 \text{ m}$ , formando uma matriz de 16 linhas e 16 colunas. Aos 130 dias após a semeadura, na fase de florescimento da mucuna cinza, em cada UEB foram cortadas as plantas, junto à superfície do solo. O material sobre a superfície do solo foi separado em duas partes (material verde e material residual da cultura). Após essas duas partes foram pesadas e obtidas as seguintes variáveis: massa verde de parte aérea, em gramas (MV), massa de restos culturais de parte aérea, em gramas (MRC) e massa total de parte aérea, em gramas ( $\text{MT} = \text{MV} + \text{MRC}$ ).

Inicialmente, para cada variável (MV, MRC e MT), a partir dos dados das 256 unidades experimentais básicas, foram planejadas, parcelas com  $X_L$  UEB adjacentes na linha e  $X_C$  UEB adjacentes na coluna. As parcelas com diferentes tamanhos e/ou formas foram planejadas como sendo ( $X=X_L \times X_C$ ), ou seja, (1×1), (1×2), (2×1), (1×4), (2×2), (4×1), (1×8), (2×4), (4×2), (8×1), (2×8), (4×4), (8×2), (4×8), (8×4) e (8×8). As siglas  $X_L$ ,  $X_C$  e  $X$ , significam, respectivamente, número de UEB adjacentes na linha, número de UEB adjacentes na coluna e tamanho de parcela em número de UEB.

Após, para cada variável (MV, MRC e MT), para cada tamanho de parcela ( $X$ ) foram determinados:  $n$  - número de parcelas com  $X$  UEB de tamanho ( $n=256/X$ );  $M_{(X)}$  - média das parcelas com  $X$  UEB de tamanho;  $V_{(X)}$  - variância entre as parcelas de  $X$  UEB de tamanho;  $CV_{(X)}$  - coeficiente de variação (em percentagem) entre as parcelas de  $X$  UEB de tamanho; e,  $VU_{(X)}$  - variância por UEB entre as parcelas de  $X$  UEB de tamanho [ $VU_{(X)}=V_{(X)}/X^2$ ].

Depois, para cada variável (MV, MRC e MT), foram estimados os parâmetros  $V1$  (estimativa da variância por UEB entre as parcelas de uma UEB de tamanho) e  $b$  (estimativa do índice de heterogeneidade do solo) e o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) da função  $VU_{(X)}=V1/X^b$  de Smith (1938). Esses parâmetros foram estimados mediante a transformação logarítmica e, conseqüentemente, a linearização da função  $VU_{(X)}=V1/X^b$  (Smith, 1938), ou seja,  $\log VU_{(X)}=\log V1-b \log X$ , cuja estimação foi ponderada pelos graus de liberdade ( $GL=n-1$ ), associados a cada um dos tamanhos de parcela (Steel et al., 1997). Os valores observados das variáveis dependente [ $VU_{(X)}$ ] e independente ( $X$ ) e a função  $VU_{(X)}=V1/X^b$  (Smith, 1938), para cada variável (MV, MRC e MT), foram representados graficamente.

Para cada variável (MV, MRC e MT), foram simulados planejamentos experimentais no delineamento blocos ao acaso (comumente utilizado em experimentos em campo) para os cenários formados pelas combinações de  $i$  tratamentos ( $i=5, 10$  e  $15$ ),  $r$  repetições ( $r=3, 4, 5$  e  $6$ ) e  $d$  diferenças entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas a 5% de probabilidade, expressa em percentagem da

média geral do experimento, ou seja, diferentes níveis de precisão ( $d=2, 4, 6, \dots, 30\%$ ). Percentuais menores de  $d$  indicam maior precisão, ou seja, diferenças menores entre médias de tratamentos serão consideradas significativas, enquanto que percentuais maiores de  $d$  indicam menor precisão experimental.

Em cada variável (MV, MRC e MT), para cada planejamento experimental, foi calculado o tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ), em número de UEB (arredondado para o número inteiro superior), por meio da expressão  $X_o = b \sqrt{2(t_1 + t_2)^2 CV^2 / rd^2}$  (Hatheway, 1961). Nessa expressão  $b$  é a estimativa do índice de heterogeneidade do solo;  $t_1$  é o valor crítico da distribuição  $t$  de Student para o nível de significância do teste (erro tipo I) de  $\alpha=5\%$  (teste bilateral a 5%), com  $GL$  graus de liberdade;  $t_2$  é o valor crítico da distribuição  $t$  de Student, correspondente a  $2(1-P)$  (teste bilateral), onde  $P$  é a probabilidade de obter resultado significativo, ou seja, o poder do teste ( $P=0,80$ , nesse estudo), com  $GL$  graus de liberdade;  $CV$  é a estimativa do coeficiente de variação entre as parcelas de uma UEB de tamanho, em percentagem;  $r$  é o número de repetições e  $d$  é a diferença entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas a 5% de probabilidade, expressa em percentagem da média geral do experimento (precisão). Os graus de liberdade ( $GL$ ) para obtenção dos valores críticos (tabelados) da distribuição de  $t$  de Student foram obtidos pela expressão  $GL=(i-1)(r-1)$ , onde  $i$  é o número de tratamentos e  $r$  é o número de repetições. Os valores de  $t_1$  e de  $t_2$ , nesse estudo, foram obtidos com o aplicativo Microsoft Office Excel®, por meio das funções  $t_1=INV(0,05;GL)$  e  $t_2=INV(0,40;GL)$ , respectivamente. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel®.

## Resultados e Discussão

Nas 16 parcelas planejadas com diferentes tamanhos e/ou formas, para a massa verde de parte aérea (MV), a massa de restos culturais de parte aérea (MRC) e a massa total de parte aérea (MT) de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*), houve acréscimo da média das parcelas [ $M_{(X)}$ ] e da variância entre as parcelas

$[V_{(x)}]$ , e decréscimo do coeficiente de variação  $[CV_{(x)}]$  e da variância por UEB entre as parcelas  $[VU_{(x)}]$ , com o aumento do tamanho de parcela planejado (X) (Tabela 1). As médias das variáveis MV, MRC e MT, na área onde foram avaliadas as 256 unidades experimentais básicas (UEB) de 1,00 m<sup>2</sup>, foram, respectivamente, 22.064, 8.847 e 30.911 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). O valor de MT foi superior ao obtido por Ravindran (1988) e por Missio et al. (2004), de respectivamente, 25.892,2 e 20.653,0 kg ha<sup>-1</sup>, indicando um adequado crescimento e desenvolvimento da cultura.

**Tabela 1.** Tamanho de parcela planejado ( $X=X_L \times X_C$ ), em unidades experimentais básicas (UEB), com  $X_L$  UEB adjacentes na linha e  $X_C$  UEB adjacentes na coluna, número de parcelas com X UEB de tamanho ( $n=256/X$ ); média das parcelas com X UEB de tamanho  $[M_{(x)}]$ , em gramas; variância entre as parcelas de X UEB de tamanho  $[V_{(x)}]$ ; coeficiente de variação (em percentagem) entre as parcelas de X UEB de tamanho  $[CV_{(x)}]$ ; e, variância por UEB entre as parcelas de X UEB de tamanho  $[VU_{(x)}=V_{(x)}/X^2]$ . Dados de massa verde de parte aérea (MV), massa de restos culturais de parte aérea (MRC) e massa total de parte aérea (MT) de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*) de um ensaio de uniformidade com 256 UEB de 1,00 m<sup>2</sup>

$X_L$	$X_C$	X	N	$M_{(x)}$			$V_{(x)}$		
				MV	MRC	MT	MV	MRC	MT
1	1	1	256	2.206,4	884,7	3.091,1	230.945	41.417	264.822
1	2	2	128	4.412,8	1.769,5	6.182,2	588.089	117.252	694.647
2	1	2	128	4.412,8	1.769,5	6.182,2	492.025	96.870	593.942
1	4	4	64	8.825,5	3.539,0	12.364,5	1.538.292	351.034	1.863.149
2	2	4	64	8.825,5	3.539,0	12.364,5	1.191.981	289.220	1.558.910
4	1	4	64	8.825,5	3.539,0	12.364,5	1.151.611	256.864	1.264.370
1	8	8	32	17.651,0	7.077,9	24.728,9	4.998.617	1.083.965	5.498.225
2	4	8	32	17.651,0	7.077,9	24.728,9	3.817.737	879.183	4.829.523
4	2	8	32	17.651,0	7.077,9	24.728,9	3.076.485	822.246	3.420.028
8	1	8	32	17.651,0	7.077,9	24.728,9	2.519.077	373.467	2.555.543
2	8	16	16	35.302,1	14.155,8	49.457,9	13.431.371	3.307.547	16.196.084
4	4	16	16	35.302,1	14.155,8	49.457,9	10.279.362	2.833.619	10.566.208
8	2	16	16	35.302,1	14.155,8	49.457,9	6.679.456	1.038.278	6.318.433
4	8	32	8	70.604,1	28.311,6	98.915,8	38.254.468	11.059.661	34.764.443
8	4	32	8	70.604,1	28.311,6	98.915,8	25.351.764	4.054.693	23.241.282
8	8	64	4	141.208,3	56.623,3	197.831,5	101.862.994	15.101.316	77.334.371

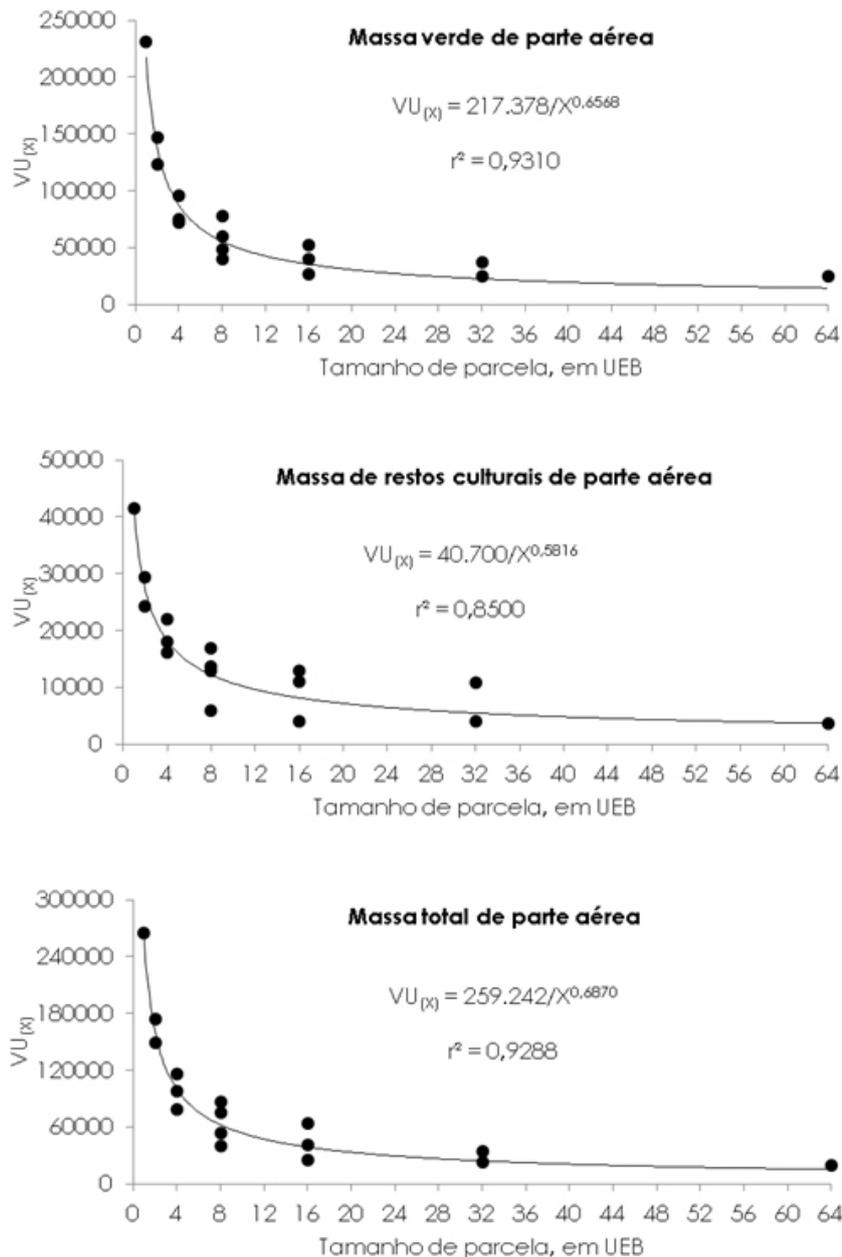
$X_L$	$X_C$	X	n	$CV_{(x)}$			$VU_{(x)}$		
				MV	MRC	MT	MV	MRC	MT
1	1	1	256	21,78	23,00	16,65	230.945	41.417	264.822
1	2	2	128	17,38	19,35	13,48	147.022	29.313	173.662
2	1	2	128	15,90	17,59	12,47	123.006	24.218	148.485
1	4	4	64	14,05	16,74	11,04	96.143	21.940	116.447
2	2	4	64	12,37	15,20	10,10	74.499	18.076	97.432
4	1	4	64	12,16	14,32	9,09	71.976	16.054	79.023
1	8	8	32	12,67	14,71	9,48	78.103	16.937	85.910
2	4	8	32	11,07	13,25	8,89	59.652	13.737	75.461
4	2	8	32	9,94	12,81	7,48	48.070	12.848	53.438
8	1	8	32	8,99	8,63	6,46	39.361	5.835	39.930
2	8	16	16	10,38	12,85	8,14	52.466	12.920	63.266
4	4	16	16	9,08	11,89	6,57	40.154	11.069	41.274
8	2	16	16	7,32	7,20	5,08	26.092	4.056	24.681
4	8	32	8	8,76	11,75	5,96	37.358	10.800	33.950
8	4	32	8	7,13	7,11	4,87	24.758	3.960	22.697
8	8	64	4	7,15	6,86	4,45	24.869	3.687	18.880

O coeficiente de variação entre as 256 UEB de 1,00 m<sup>2</sup>, em relação às variáveis MV, MRC e MT, foi, respectivamente, 21,78, 23,00 e 16,65% (Tabela 1). Esses resultados revelam que há variabilidade entre as UEB, o que é particularmente

importante para o estudo de tamanho ótimo de parcela, pois reflete condições reais de áreas de campo. Além disso, esses resultados sugerem que para planejar experimentos, com mesma precisão, o tamanho ótimo de parcela, deverá

ser decrescente na seguinte ordem: MRC, MV e MT. Para as variáveis, MV, MRC e MT, o índice de heterogeneidade do solo ( $b$ ) da função Smith (1938), foi, respectivamente, 0,6568, 0,5816 e 0,6870 (Figura 1). Dessa forma, com base na expressão de Hatheway (1961), para valores fixos dos elementos dentro da raiz e variáveis de  $b$ , o tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ ), será decrescente na seguinte ordem: MRC, MV e MT.

Variabilidades distintas e, conseqüentemente, tamanhos de parcela diferenciados, para uma mesma precisão experimental, também foram constatadas entre os caracteres de mandioca (Viana et al., 2003), de mamoeiro (Lima et al., 2007), de trigo (Lorentz et al., 2007), de bananeira (Donato et al., 2008), de alface (Lúcio et al., 2011), de milho (Cargnelutti Filho et al., 2011) e de cafeeiro (Firmino et al., 2012).



**Figura 1.** Representação gráfica da relação entre a variância por unidade experimental básica (UEB) entre as parcelas de  $X$  UEB de tamanho  $[VU_{(x)}=V_{(x)}/X^2]$  e o tamanho de parcela planejado ( $X$ ), em UEB e estimativas dos parâmetros da função  $VU_{(x)}=V/X^b$  de Smith (1938). Dados de massa verde de parte aérea, massa de restos culturais de parte aérea e massa total de parte aérea de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*) de um ensaio de uniformidade com 256 UEB de 1,00 m<sup>2</sup>.

Visualmente, para as variáveis MV, MRC e MT observaram-se decréscimos acentuados da variância por UEB [ $VU_{[x]}$ ], até parcelas com oito UEB de tamanho, e após, tendência de estabilização (Figura 1). Portanto, o ganho em precisão experimental, com aumentos crescentes do tamanho de parcelas, a partir de oito UEB, foi desprezível.

O tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ), em UEB, para avaliar MV, MRC e MT de mucuna cinza, estimado por meio do método de Hatheway (1961), com número fixo de tratamentos ( $i$ ) e de repetições ( $r$ ), aumenta com o acréscimo da precisão ( $d$ ) desejada (Tabela 2). Por exemplo, caso o pesquisador queira avaliar a MV em um experimento com 5 tratamentos e 3 repetições, e deseja que em 80% dos experimentos (poder=0,80) diferenças entre tratamentos de  $d=30\%$  da média geral do experimento (menor precisão) sejam detectadas como significativas a 5% de probabilidade, o tamanho de parcela deverá ser de sete UEB (7 m<sup>2</sup>) (Tabela 2). Nessas mesmas condições, em outro extremo, precisaria de uma parcela com 26.656 UEB (26.656 m<sup>2</sup>) para  $d=2\%$  (maior precisão). Nesse mesmo cenário, para avaliar a MRC, o pesquisador poderia utilizar parcelas de 11 UEB (11 m<sup>2</sup>) e de 120.163 UEB (120.163 m<sup>2</sup>) para obter  $d$  de 30% (menor precisão) e 2% (maior precisão), respectivamente. Ainda, para avaliar a MT, poderia utilizar parcelas de 3 UEB (3 m<sup>2</sup>) e de 7.790 UEB (7.790 m<sup>2</sup>) para obter  $d$  de 30% e 2%, respectivamente. Esses resultados confirmam as inferências supracitadas de que para valores fixos de  $i$ ,  $r$  e  $d$ , o tamanho de parcela decresce na seguinte ordem: MRC, MV e MT. Esses resultados demonstram também, que altas precisões experimentais (baixos percentuais de  $d$ ) são difíceis de serem alcançadas na prática, em função do elevado tamanho de parcela necessário.

Fixando o número de tratamentos ( $i$ ) e a precisão ( $d$ ), o tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ) diminui com o acréscimo do número de repetições ( $r$ ). Também, com valores fixos de repetições ( $r$ ) e precisão ( $d$ ), há diminuição do tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ) com o acréscimo do número de tratamentos ( $i$ ) (Tabela 2). Esses resultados são esperados, pois com maior número

de tratamentos e de repetições, a estimativa da variância residual (quadrado médio do erro) será menor (maior precisão) devido ao maior número de graus de liberdade do erro. Porém, esses resultados devem ser vistos com cautela, pois no caso de experimentos em delineamento blocos ao acaso, existe a premissa que as unidades experimentais dentro de cada bloco são homogêneas. Essa homogeneidade pode não acontecer na medida em que aumenta o número de tratamentos. Em isto ocorrendo, o erro experimental poderá ser incrementado, reduzindo a precisão experimental em virtude do controle local ineficiente.

Na metodologia de Hatheway (1961), o tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ) é dependente do número de tratamentos ( $i$ ), do número de repetições ( $r$ ) e da precisão ( $d$ ). Portanto, o pesquisador, partindo do número de tratamentos que deseja avaliar e da precisão desejada, pode utilizar as informações desse estudo para planejar o tamanho de parcela e o número de repetições a ser utilizado. Por exemplo, caso o pesquisador queira avaliar a MT de 10 tratamentos e deseja precisão ( $d$ ) de 20%, poderá utilizar parcelas de 8 UEB (8 m<sup>2</sup>) e 3 repetições, 5 UEB (5m<sup>2</sup>) e 4 repetições, 4 UEB (4 m<sup>2</sup>) e 5 repetições, ou 3 UEB (3 m<sup>2</sup>) e 6 repetições (Tabela 2). Nessas quatro opções, a área do experimento seria de, respectivamente, 240, 200, 200 e 180 m<sup>2</sup>. Portanto, para uma mesma precisão, parcelas menores e maior número de repetições são mais eficientes no uso da área experimental, conforme discutido em Alves & Seraphin (2004) e Storck et al. (2006).

O pesquisador deve investigar dentro de sua disponibilidade de área experimental, de número de tratamentos a serem avaliados e da precisão desejada, qual a combinação de tamanho de parcela e de número de repetições mais adequada. As informações disponibilizadas nesse estudo possibilitam essas investigações, para um número restrito de cenários formados pelas combinações de  $i$  tratamentos ( $i=5, 10$  e  $15$ ),  $r$  repetições ( $r=3, 4, 5$  e  $6$ ) e  $d$  diferenças entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativa a 5% de probabilidade ( $d=2, 4, 6, \dots, 30\%$ ) (Tabela 2). Porém, outros cenários poderão ser simulados por meio da expressão

$X_o = \sqrt[3]{2(t_1 + t_2)^2 CV^2 / rd^2}$  (Hatheway, 1961), a partir das estimativas do índice  $b$  de heterogeneidade do solo de Smith (1938) (Figura 1) e do coeficiente de variação (CV) entre as 256 UEB (Tabela 1). Por exemplo, para avaliar a MT de 6 tratamentos com 4 repetições e com  $d=15\%$ , no delineamento blocos ao acaso têm-se:  $b=0,6870$ ;  $GL=(6-1)(4-1)=15$ ;  $t_1=INVT(0,05;15)=2,1314$ ;  $t_2=INVT(0,40;15)=0,8662$ ;  $CV=16,6480\%$ ;  $r=4$ ;  $d=15\%$ , logo tamanho ótimo de parcela ( $X_o$ ) será:

$$X_o = \sqrt[0.6870]{2 \times (2,1314 + 0,8662)^2 \times 16,6480^2 / 4 \times 15^2} = 12,07 \approx 12 \text{UEB.}$$

Na prática, os resultados apresentados nesse estudo possibilitam ao pesquisador escolher a combinação de tamanho de parcela e número de repetições que satisfaça a necessidade do número de tratamentos que deseja avaliar e da precisão requerida. Além disso, oferece estimativas que podem ser utilizadas para simular planejamentos experimentais não contemplados nesse estudo. Portanto, a definição do tamanho de parcela e do número de repetições, para o planejamento de experimentos com a cultura de mucuna cinza, fica a critério do pesquisador que usufruir dessas informações. No entanto, de maneira geral, pode-se inferir que em experimentos no delineamento blocos ao acaso, com 5 a 15 tratamentos e com 4 repetições, parcelas de 8 unidades experimentais básicas de 1,00 m<sup>2</sup> (8,00 m<sup>2</sup>), são suficientes para identificar diferenças significativas entre tratamentos, a 5% de probabilidade, de 28%, 24% e 18% da média geral do experimento, respectivamente, para a massa de restos culturais de parte aérea, a massa verde de parte aérea e a massa total de parte aérea de mucuna cinza (Tabela 2).

### Conclusões

Em mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*), para mesma precisão, o tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa de restos culturais de parte aérea, a massa verde de parte aérea e a massa total de parte aérea, decresce, nessa ordem. Em experimentos no delineamento blocos ao acaso, com 5 a 15 tratamentos e com 4 repetições, parcelas de 8 unidades experimentais básicas de 1,00 m<sup>2</sup> (8,00 m<sup>2</sup>), são suficientes para identificar

diferenças significativas entre tratamentos, a 5% de probabilidade, de 28%, 24% e 18% da média geral do experimento, respectivamente, para a massa de restos culturais de parte aérea, a massa verde de parte aérea e a massa total de parte aérea de mucuna cinza.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas concedidas. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, pelo auxílio financeiro.

**Tabela 2.** Tamanho ótimo de parcela ( $X_0$ ), em unidades experimentais básicas (UEB), estimado por meio da metodologia de Hatheway (1961), para planejamentos experimentais no delineamento blocos ao acaso, em cenários formados pelas combinações de  $i$  tratamentos,  $r$  repetições e  $d$  diferenças entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas a 5% de probabilidade, expressas em percentagem da média geral do experimento (precisão), para os dados de massa verde de parte aérea, massa de restos culturais de parte aérea e massa total de parte aérea de mucuna cinza (*Stizolobium cinereum*)

i	r	d(%)														
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
Massa verde de parte aérea																
5	3	26.656	3.230	940	392	199	114	72	48	34	25	18	14	11	9	7
5	4	14.956	1.813	528	220	112	64	40	27	19	14	11	8	7	5	4
5	5	9.954	1.206	351	147	75	43	27	18	13	9	7	6	5	4	3
5	6	7.248	879	256	107	54	31	20	13	10	7	5	4	3	3	2
10	3	21.190	2.568	747	312	158	91	57	38	27	20	15	11	9	7	6
10	4	12.903	1.564	455	190	97	56	35	23	17	12	9	7	6	5	4
10	5	8.928	1.082	315	132	67	39	24	16	12	9	7	5	4	3	3
10	6	6.650	806	235	98	50	29	18	12	9	6	5	4	3	3	2
15	3	19.912	2.413	702	293	149	86	54	36	25	18	14	11	9	7	6
15	4	12.388	1.501	437	182	93	53	34	23	16	12	9	7	6	5	4
15	5	8.661	1.050	306	128	65	37	24	16	11	8	6	5	4	3	3
15	6	6.492	787	229	96	49	28	18	12	9	6	5	4	3	3	2
Massa de restos culturais de parte aérea																
5	3	120.163	11.081	2.748	1.022	475	254	150	95	63	44	32	24	18	14	11
5	4	62.564	5.770	1.431	532	247	132	78	50	33	23	17	13	10	8	6
5	5	39.502	3.643	904	336	156	84	50	31	21	15	11	8	6	5	4
5	6	27.606	2.546	632	235	109	59	35	22	15	11	8	6	5	4	3
10	3	92.730	8.551	2.121	789	367	196	116	73	49	34	25	19	14	11	9
10	4	52.954	4.883	1.211	451	210	112	66	42	28	20	14	11	8	7	5
10	5	34.934	3.222	799	298	138	74	44	28	19	13	10	7	6	4	4
10	6	25.048	2.310	573	213	99	53	32	20	14	10	7	5	4	3	3
15	3	86.439	7.971	1.977	736	342	183	108	68	46	32	23	17	13	10	8
15	4	50.573	4.664	1.157	431	200	107	63	40	27	19	14	10	8	6	5
15	5	33.760	3.114	773	288	134	72	42	27	18	13	9	7	5	4	4
15	6	24.376	2.248	558	208	97	52	31	20	13	9	7	5	4	3	3
Massa total de parte aérea																
5	3	7.790	1.036	319	138	72	43	27	19	13	10	8	6	5	4	3
5	4	4.483	596	184	80	42	25	16	11	8	6	5	4	3	3	2
5	5	3.038	404	125	54	29	17	11	8	6	4	3	3	2	2	2
5	6	2.243	299	92	40	21	13	8	6	4	3	3	2	2	2	1
10	3	6.256	832	256	111	58	34	22	15	11	8	6	5	4	3	3
10	4	3.893	518	159	69	36	22	14	10	7	5	4	3	3	2	2
10	5	2.738	364	112	49	26	15	10	7	5	4	3	2	2	2	2
10	6	2.066	275	85	37	20	12	8	5	4	3	2	2	2	1	1
15	3	5.894	784	241	105	55	32	21	14	10	8	6	5	4	3	3
15	4	3.744	498	153	67	35	21	13	9	7	5	4	3	3	2	2
15	5	2.660	354	109	47	25	15	10	7	5	4	3	2	2	2	2
15	6	2.019	269	83	36	19	11	7	5	4	3	2	2	2	1	1

## Referências

Albuquerque, J.A., Argenton, J., Bayer, C., Wildner, L.P., Kuntze, M.A.G. 2005. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29: 415-424.

Alves, S.M.F., Seraphin, J.C. 2004. Coeficiente de heterogeneidade do solo e tamanho de parcela. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39:

105-111.

Cargnelutti Filho, A., Toebe, M., Burin, C., Casarotto, G., Fick, A.L. 2011. Tamanho ótimo de parcela em milho com comparação de dois métodos. *Ciência Rural* 41: 1890-1898.

Donato, S.L.R., Siqueira, D.L., Silva, S.O., Cecon, P.R., Silva, J.A., Salomão, L.C.C. 2008. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 957-969.

Firmino, R.A., Cogo, F.D., Almeida, S.L.S., Campos, K.A., Morais, A.R. 2012. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com mudas de café Catuai Amarelo 2SL. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária* 6: 9-12.

Hatheway, W.H. 1961. Convenient plot size. *Agronomy Journal* 53: 279-280.

Lima, J.F., Peixoto, C.P., Ledo, C.A.S., Faria, G.A. 2007. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com plantas de mamoeiro em casa de vegetação. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 1411-1415.

Lorentz, L.H., Martin, T.N., Boligon, A.A., Storck, L., Lúcio, A.D., Lopes, S.J. 2007. Tamanho de parcela e precisão experimental em ensaios com trigo em plantio direto. *Científica* 35: 129-135.

Lúcio, A.D., Haesbaert, F.M., Santos, D., Benz, V. 2011. Estimativa do tamanho de parcela para experimentos com alface. *Horticultura Brasileira* 29: 510-515.

Missio, E.L., Debiasi, H., Martins, J.D. 2004. Comportamento de leguminosas para cobertura do solo, adubação e controle de plantas daninhas. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha* 10: 129-136.

Ramalho, M.A.P., Ferreira, D.F., Oliveira, A.C. 2005. *Experimentação em genética e melhoramento de plantas*. UFLA, Lavras, Brasil. 322 p.

Ravindran, V. 1988. Observations on the forage potential of velvet bean. *Journal of the National Science Council of Sri Lanka* 16: 175-181.

Smith, H.F. 1938. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. *Journal of Agricultural Science* 28: 1-23.

Steel, R.G.D., Torrie, J.H., Dickey, D.A. 1997. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. McGraw-Hill, Nova York, USA. 666 p.

Storck, L., Garcia, D.C., Lopes, S.J., Estefanel, V. 2006. *Experimentação vegetal*. UFSM, Santa Maria, Brasil. 198 p.

Teodoro, R.B., Oliveira, F.L., Silva, D.M.N., Fávero, C., Quaresma, M.A.L. 2011. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35: 635-643.

Viana, A.E.S., Sedyama, T., Lopes, S.C., Cecon, P.R., Silva, A.A. 2003. Estudos sobre tamanho de parcela em experimentos com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Acta Scientiarum Agronomy* 25: 281-289.